©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Über geologische Untersuchungen am Westrand der Granatspitzgruppe (Hohe Tauern)

Von Herwig Holzer

(Vorgelegt in der Sitzung am 27. März 1952)

Auf Anregung von Herrn Prof. Dr. L. Kober wurden 1950 im Anschluß an die Begehungen des Verfassers im Pinzgau geologische Untersuchungen in der Granatspitzgruppe begonnen, die in den Sommermonaten des Jahres 1951 mit einer Subvention der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (Suess-Stiftung) weitergeführt wurden. Für diese Unterstützung sei an dieser Stelle ergebenst gedankt.

Ziel der Arbeit ist es, zugleich mit einer Kartierung im Maßstab 1 : 25.000 die Zentralgneise des Gebietes und deren Beziehungen zu den Hüllgesteinen zu untersuchen, vor allem aber gegen Westen, in den Bereich des Großvenedigers vorzustoßen, um unsere diesbezügliche Lücke in der geologischen Kenntnis zu schließen. Es ist klar, daß der nachstehende Bericht nur als vorläufige Mitteilung zu werten ist, da dieses geologisch wie alpinistisch schwierige Gebiet nur in intensiver Detailarbeit mehrerer Bearbeiter erschlossen werden kann.

Über die Granatspitzgruppe, zwischen Glockner- und Venedigergruppe gelegen, findet sich in der Fachliteratur im Vergleich zu anderen Gebieten der Hohen Tauern recht wenig. An modernen Arbeiten liegt die Studie L. Kölbls (1924) vor, wo auch die Literatur bis zu diesem Zeitpunkt behandelt wird. Die großangelegte Glocknermonographie von H. P. Cornelius und E. Clar (1939) erreicht unser Gebiet nur im östlichsten Teil, ansonsten muß auf die Löwlsche Karte aus dem Jahre 1895 zurückgegriffen werden. Die in den letzten Jahren durchgeführten Untersuchungen von Cornelius fanden ihren Niederschlag in einer Reihe von leider nur kleinen Aufnahmsberichten (siehe Literaturverzeichnis), die vorhandenen Karten sind durch den plötzlichen Tod des ver-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

dienstvollen Forschers unfertig und unveröffentlicht geblieben. Im übrigen sei auf die den salzburgischen Teil des Gebietes betreffende Zusammenfassung von W. del Negro (1949) hingewiesen.

Der kartierte Bereich erstreckt sich im Westteil der Granatspitzgruppe im Tauernhauptkamm zwischen Gr. Landeckkopf (2898 m) und Feuchtebenscharte (2756 m) und nach Norden bis zur Gabelung Amertaler Öd — Felbertal, während Übersichtsbegehungen zur Granatspitze (3086 m), Muntanitz (3232 m) und in das Tauerntal führten[1].

Im umschriebenen Bereich läßt sich überall eine klare Scheidung in einen granitischen Kern und eine sedimentogene Hüllschieferserie durchführen. Folgende Einheiten liegen übereinander:

1. Granatspitzkern und dessen basale Hülle,
2. eine Serie von Mischgneisen, Glimmerschiefern und Amphiboliten, gekennzeichnet durch intensive aplitische Durchblutung (etwa einem Teil der „Rifflдecken" von H. P. Cornelius und E. Clar entsprechend).

1. Granatspitzkern und basale Hülle.

Die Zentralgneise des Granatspitzkernes sind helle, mittel- bis grobkörnige Granitgneise von ausgesprochenem „Orthohabitus". Der Hellglimmer überwiegt mengenmäßig den Biotit, Kalifeldspateinsprenglinge bis zu 5 cm Länge, meist in Karlsbader Verzwilligung, sind häufig zu beobachten. Tonalitische oder biotitreichere Typen treten im begangenen Bereich nicht auf. Auffallend ist die einförmige Beschaffenheit, basische Schlieren oder eingeschlossene Schieferschollen wurden mit einer Ausnahme (Stubacher Sonnblick, Gipfel 3088 m) nicht beobachtet. Die Zentralgneise bilden eine nach allen Seiten unter ihre Hüllschiefer einfallende Kuppel, ein Liegendes wurde nicht angetroffen. Während der Zentralgneis nach N steiler, etwa 40—60°, einschießt, beträgt das Einfallen im S nur etwa 30°. Diese Ergebnisse stimmen mit denen von Cornelius vollkommen überein, die Kölblsche Deutung des Granatspitzkernes als ostfallende, auf Schieferhülle schwimmende Decke kann nicht bestätigt werden.

Die Begrenzung des Zentralgneises ist auf der Löwlschen Karte im begangenen Bereich im wesentlichen richtig angegeben, so daß hier auf den Ballast von Ortsnamen verzichtet werden kann. Der Zentralgneis weist in den oberen Partien der Kuppel ein ebenflächiges Parallelgefüge auf, in den tiefsten durch die

[1] Sämtliche Ortsangaben beziehen sich auf die Karte 1 : 25.000.

Erosion freigelegten Teilen (Amertaler Öd — Keesau, oberstes Dorfertal) treffen wir mehr regellos körnige Granite. Der Grad der Verschieferung nimmt gegen oben immer mehr zu, so daß im Grenzbereich gegen die Hülle häufig extreme mechanische Verschleifung und Zerscherung zu beobachten sind. Es entstehen „Weißschiefer" (Cornelius) bei vollständiger Zerstörung des Biotits und der Feldspate.

Unter dem Mikroskop zeigt ein Schliff eines regellos körnigen Granites (Finsterkar bei Amertaler See):

Kalifeldspate zum Teil in Karlsbader Verzwilligung, verschiedentlich zerbrochen, in den Rissen Haufwerk von Feldspatgrus. Die Kalifeldspate sind nicht gegittert, perthitische Entmischung häufig (Aderperthite). Als Einschluß in Kalifeldspat-Großkorn, das in Karlsbader Verzwilligung leicht zonar wandernde Auslöschung und perthitische Entmischung aufweist, wurde zonar gebauter Plagioklas angetroffen. Die Plagioklase sind zum Teil eng lamelliert (Albitlamellierung). Auffallend sind Albite mit „harmonischer Fülle" (Angel, Exner) mit klarer Randzone. Es kann das Eindringen von Quarz entlang Rissen in Kalifeldspaten beobachtet werden. Reichlich myrmekitische Verwachsung. Reichlich Quarz, zum Teil undulös auslöschend. Rehbrauner Biotit zeigt lamellare Verwachsung mit Muskowit, größere Biotittafeln weisen pleochroitische Höfe (Orthitkern) auf. Hellglimmer überwiegt mengenmäßig den Biotit, beide sind häufig verbogen. Etwas Apatit, in geringen Mengen Chlorit. In Spuren Erz. Epidotminerale (außer als Fülle) und Karbonat wurden nicht beobachtet. Es ist kein Parallelgefüge zu erkennen, das Schliffbild wird durch Kristalloblastese beherrscht[2].

Ein zweiter Schliff durch einen makroskopisch deutlich parallelstruierten Zentralgneis (W Schoppmannstörl über St. Pöltner Ostweg) zeigt im wesentlichen den gleichen Mineralbestand, jedoch stärkere Verformung.

Mikrokline mit schwacher, aber immerhin deutlicher Gitterung, beginnende Verdrängung des Kalifeldspates durch Schachbrettalbit. Quarz reichlich, zum Teil undulös. Biotit stark postkristallin deformiert, Muskowite teilweise verbogen. Auffallend sind verhältnismäßig große, relativ idiomorphe Körner von Apatit.

Die basale Hülle der Granatspitzgneise besteht im Bereich Bärenköpfe (2863 m) — Hochgasser (2922 m) — Hörndl (2852 m) — Hiefelkopf (2170 m) aus Amphiboliten. Es sind dunkelgrüne, zähe, deutlich geschieferte Gesteine. Die Amphibolite weisen stellenweise stärkere aplitoide Durchtränkung (z. B. Karwände zwischen Hochgasser und Hörndl, W unterhalb der Bärenköpfe) auf. Das aplitische Material geht in Form von unscharf begrenzten Bändern und Lagen im allgemeinen dem „s" der Amphibolite konkordant.

Handstücke und Schliffe eines Gesteins, das dem eben erwähnten außerordentlich ähnelt, zeigte mir freundlicherweise Herr Prof. H. Haberlandt aus dem Ankogelgebiet.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Unter dem Mikroskop wiesen „Aplite“ und Amphibolite denselben Mineralbestand auf, der nur quantitativ verschieden ist.

Ein Schliff eines solchen gebänderten Amphibolites (NE über Grauem See, St. Pöltner Ostweg) zeigt:

Reichlich gemeine Hornblende, etwas Epidotminerale (Klinozoisit) und Chlorit. Daneben blaustichige (barroisitische) Hornblende als zweite Generation, da sie die gemeine Hornblende in Resten einschließt. Im hellen, aplitischen Neosom-Albit-Quarzpflaster, darin mehr blaustichige Hornblende. Ferner im ganzen Schliff etwas hellbräunlicher Biotit, etwas Orthit.

Als untergeordnete Einschaltung innerhalb des Basisamphibolites finden sich dunkle Glimmerschiefer mit Biotitschuppen und Albitknoten (z. B. Huggachkogel 2480 m, W über Naßfeld am Anstieg zum Felbertauern) sowie eine geringmächtige Serpentinlinse SW oberhalb Hintersee, anscheinend ein Analogon zu den Serpentinen des Stubachtales.

Dem Grenzbereich zwischen Zentralgneis und Hülle wurde besonderes Augenmerk zugewendet. Es muß betont werden, daß der Kontakt Gneis—Hülle, wie er heute vorliegt, ein rein tektonischer ist. Im begangenen Bereich wurde keine Stelle gefunden, an der stoffliche Übergänge oder Beeinflussung der Basisserie vom Zentralgneis her zu beobachten wäre. Es gibt Stellen, wo der Kontakt ausgezeichnet aufgeschlossen und leicht zugänglich ist, so daß man die Hand auf die Grenzlinie legen kann. So z. B. W unterhalb der Bärenköpfe auf etwa 2600 m. Der Zentralgneis zeigt hier deutliches planparalleles Gefüge, ist stark ausgewalzt und serizitisiert. Der darüberliegende massige Amphibolit weist eine gewisse Fältelung auf. Wir sehen hier im Meterbereich disharmonische Verformung zweier sich mechanisch verschieden verhaltender Medien. Im großen ist jedoch überall strenge Konkordanz zwischen Gneis und Hülle zu erkennen. An verschiedenen Stellen finden sich im Basisamphibolit mehr oder minder mächtige Zentralgneisspäne, meist randlich zu Weißschiefern verformt. (Z. B. Bärenköpfe, Hörndl, Fürleg), wohl tektonisch eingeschlichtete Apophysen (Cornelius 1949). Auf die Erläuterung dieser Verhältnisse durch Detailprofile muß aus technischen Gründen verzichtet werden.

Echte Aplite oder andere Ganggesteine wurden weder in den randlichen Teilen der Kuppel noch in der basalen Hülle beobachtet.

Die Tatsache, daß die äußeren Partien der Granatspitzkuppel intensiv mechanisch beansprucht wurden (Ausbildung der Weißschiefer, Zertrümmerung der Feldspate, Zerschlitzung der Glimmer), ferner die tektonisch eingeregelten Zentralgneisspäne in der Basisserie lassen erkennen, daß in alpidischer Zeit zwischen

Gneis und Hülle Verschiebungen im Zusammenhang mit der Nordbewegung höherer Einheiten vor sich gegangen sind.

Im begangenen Bereich konnten bezüglich der Altersfrage der Zentralgneise keine beweiskräftigen Beobachtungen gemacht werden. Der Zentralgneis hat alpidische Tektonik, Gefüge und Metamorphose und müßte demnach im Sinne von E. Wenk (1948) als alpines Gestein bezeichnet werden. Eine wesentliche Alkalimobilisation in Form einer Granitisation der tieferen Hülle wurde nicht angetroffen. Für das Fehlen stärkerer alkalimetasomatischer Vorgänge in alpidischer Zeit am Westrand der Granatspitzgruppe spricht meines Erachtens auch das vollkommene Fehlen alpiner Kluftmineralien, abgesehen von etwas Kluftchlorit und wenig schlecht ausgebildetem Periklin. Weiter westlich, wo sich, wie unten angeführt, der Einfluß der Venedigerzentralgneise bereits stark bemerkbar macht, liegen dann auch die bekannten Mineralfundpunkte.

Die teilweise aplitoide Durchtränkung der Basisamphibolite (die kein echtes Aplitmaterial darstellt), scheint nach Ansicht des Verfassers eher eine Art „Ausschwitzung" der leichter löslichen Partien aus dem präexistierenden Gesteinsmaterial während der letzten Orogenese zu sein. Am Zentralgneis selbst können wir folgende gesteinsprägende Phasen ablesen: 1. Die Entstehung eines Granitkörpers (ob in Form einer magmatischen Intrusion oder transformistisch zu deuten, ist eine andere Frage. Doch stimme ich hier mit Cornelius [1949] vollkommen überein, wenn er die Einförmigkeit und Gleichmäßigkeit der Granatspitzgneise eher als Hinweis für die erstere Möglichkeit ansieht. Es fehlen, wie gesagt, jegliche Einschlüsse von Schieferschollen usw. Dieser Frage soll durch möglichst zahlreiche Schliffuntersuchungen nähergetreten werden). 2. Eine intensive Durchbewegung und Rekristallisation und 3. rein mechanische postkristalline (postglimmerige) Verschleifung, vor allem in den obersten Teilen der Kuppel.

Man kann ohne weiteres mit L. Kober die Entstehung des granitischen Ausgangskörpers in das Paläozoikum setzen, während Durchbewegung, Rekristallisation und mechanische postkristalline Deformation dem alpidischen Zyklus zugehören. Es ist aber denkbar, daß alle diese Vorgänge während der alpidischen Orogenese erfolgten. Diese Frage zu entscheiden, ist in unserem Gebiet derzeit unmöglich.

2. Die höhere Serie.

Nach Cornelius (1942) folgen nun im Bereiche des Felbertauern über der westtauchenden Granatspitzkuppel und deren

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Basisamphiboliten die Gesteine der „Riffldecken". Dazu gehören nach Cornelius bereits die Amphibolite des Weinbichels, ferner das seit langem bekannte isolierte Vorkommen von Granitgneis am Felbertauern (worauf die St. Pöltner Hütte steht) sowie die Glimmerschiefer usw. des Tauernkogels (2989 m). Es war dem Verfasser absolut unmöglich, im Felde die Weinbichl- (Riffldecken-) Amphibolite von denen des Hochgassers, die noch der Granatspitzbasis zugehören, zu trennen. Aus diesem Grunde sowie aus den Verhältnissen im Pinzgau, auf die jedoch hier nicht eingegangen werden kann, scheint es zweckmäßiger, die Weinbichl-Amphibolite noch zur Granatspitzbasis zu rechnen, das Gneisvorkommen der St. Pöltner Hütte mit den Zentralgneisspänen des Hörndls usw. zu vergleichen.

Sehr instruktiv ist das von Cornelius (1941, 1942) beschriebene Verwerfungsbündel, das über den Felbertauern in NNW-Richtung durchstreicht. Die zerbrochenen und zertrümmerten Amphibolite des Weinbichls markieren diese Linie im Gelände sehr deutlich.

Steigt man vom Felbertauern (2481 m) westlich zum Tauernkogel an, so trifft man ab etwa 2700 m Höhe eine neue Serie, gekennzeichnet durch eine außerordentlich intensive azidische Durchtränkung. Glimmerschiefer, Sedimentgneise, amphibolitisches Material, alles aufs stärkste aplitisch durchädert. Ptygmatische Faltung (z. B. oberhalb des kleinen Eisfeldes am Tauernkogel), konkordante und diskordante Aplite von millimeterdünnen Äderchen bis zu dezimeterbreiten Bändern, wolkige Durchdringung bis zur Ausbildung von Biotitplagioklasgneisen ist zu sehen. Die Durchtränkung ist scheinbar jünger als das flächige und lineare Parallelgefüge der Glimmerschiefer usw. Ein außerordentlicher Gegensatz zum Gebiet des Granatspitzkernes! Man kann mit F. Löwl (1894) sagen:

„Man sieht keine Felswand und keinen Haldenblock ohne ein Netzwerk von Aplitgängen, und man kann kein Handstück schlagen, das nicht von feinen Äderchen durchzogen wäre."

Diese Serie liegt zweifelos über Granatspitz + basaler Hülle. Ihre westliche Fortsetzung ist derzeit noch nicht bekannt. Cornelius rechnet sie den „Riffldecken" zu. Nach Übersichtsbegehungen des Verfassers (St. Pöltner Westweg, Tichtenkogel usw.) ist jedoch diese Zone der äußere Granitisationshof der südlichen Venedigerzunge, im Sinne von L. Kober etwa das „alte Dach" der Venedigerzentralgneise. Ohne künftigen Untersuchungen vorgreifen zu wollen, ist die Bezeichnung „Decke" (falls man mit diesem Begriff Überschiebungen von einigen Kilometern Ausmaß verbindet) für diese Serie fehl am Platz.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Es wäre verfrüht, derzeit eine tektonische Gliederung des Gebietes zu versuchen, zumal der Südteil des Granatspitzkernes noch wenig, die Verhältnisse weiter im Westen überhaupt nicht bekannt sind[3]. Auch der Anschluß der Granatspitzbasis zu den Grünschiefer-Phyllitserien im Norden (Pinzgau) ist noch zu suchen.

Im Bereiche des Felbertauern wurden verschiedentlich Streckungs- bzw. Faltungsachsen gemessen, die im Mittel N 30° W streichen, in den Karwänden des obersten Felbertales 10 bis 15° gegen N einfallend, während sie etwa um denselben Betrag süd des Felbertauern nach S einfallen. Diese N—S-Achsenrichtungen stimmen gut zu den von Ch. Exner (1952) bekanntgemachten Daten aus dem Glocknergebiet.

Soweit die Ergebnisse der Feldaufnahmen. Im vorliegenden Bericht wurde eine Reihe von offenen Fragen angeschnitten, die für die geologische Deutung dieser unberührten Hochgebirgslandschaft von grundlegender Bedeutung sind. Es soll in den nächsten Jahren versucht werden, eine Lösung der Probleme anzustreben, soweit dies für einen einzelnen im Rahmen der Möglichkeit liegt.

Literaturverzeichnis.

Angel, F., Die Plagioklasfüllungen und ihre genetische Bedeutung. Mitt. nat. wiss. Ver. f. Stmk., Bd. 67, Graz 1930, S. 36.

Becke, F., Olivinfels und Antigoritserpentin aus dem Stubachtal (Hohe Tauern). Tscherm. min. petr. Mitt. 14, 189, S. 271.

Becke, F. und Löwl, F., Exkursionen im westlichen und mittleren Abschnitt der Hohen Tauern. Führer z. IX. int. Geol. Kongr. Nr. VIII, Wien 1903.

Clar, E., Vorbericht über geologische Aufnahmen in der Glocknergruppe. Verh. G. B. A. 1930.

Cornelius, H. P., Ein Vorkommen von Lazulith am Graulahnerkopf. Verh. G. B. A. 1936, S. 115.

— Zur Geologie des oberen Felber- und Matreier Tauerntales und zur Altersfrage der Zentralgneise. Ber. d. R. A. f. Bodenforsch. 1941, Heft 1/2.

— Über die Tektonik der zentralen Granatspitzgruppe und südöstlichen Venedigergruppe (Vortragsbericht). Zeitschr. D. Geol. Ges., Bd. XCIII, 1941, S. 523.

— Neue Aufnahmeergebnisse aus dem Matreier Tauerntal. Ber. d. R.stelle f. Bodenforsch. 1942.

— Geologisches über die Granatspitzgruppe. Zeitschr. d. D. A. V. 1942, S. 61.

— Die Herkunft der Magmen nach Stille vom Standpunkt der Alpengeologie. Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss., math.-nat. Kl., Abt. I, 158. Bd., 7. u. 8. Heft, 1949.

[3] Der Bereich des südlichen Granatspitzkernes bis in die Gegend von Matrei wurde in den letzten Jahren von P. C. Benedict untersucht. Eine Publikation der Ergebnisse erfolgte während der Drucklegung dieser Arbeit, weshalb hier nicht darauf eingegangen werden kann.

Cornelius, H. P. und Clar, E., Geologie des Großglocknergebietes, 1. Teil, Abh. d. Zweigst. Wien d. R.stelle f. Bodenforsch., Bd. XXV, 1939.
Del Negro, W., Geologie von Salzburg. Univ.-Verl. Wagner, Innsbruck 1949.
Eskola P., The Problem of mantled gneissdomes. Referat von Ch. Exner in Mitt. Geol. Ges. Wien, 39—41. Bd., 1946—1948, Wien 1951, S. 240.
Exner, Ch., Das Gneisproblem in den Hohen Tauern. Tscherm. min. petr. Mitt. III, F. 1, 1948.
— Tektonik, Feldspatausbildung und deren gegenseitige Beziehungen in den östlichen Hohen Tauern (Beitr. z. Kenntnis d. Zentralgneisfazies I). Tscherm. min. petr. Mitt., 3. F., 1, 1949.
— Das geologische Profil des Sieglitz-Unterbaustollens zwischen Gastein und Rauristal (Beitr. z. Kenntnis d. Zentralgneisfazies II). Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss., math.-nat. Kl. I, 158, 1949.
— Die geologische Position des Radhausberg-Unterbaustollens bei Badgastein (Beitr. z. Kenntnis d. Zentralgneisfazies III). Berg- u. Hüttenm. Monatsh. 95. 1950.
— Geologische Probleme der Hohen Tauern. Verh. G. B. A., Sonderheft C, S. 1.
Exner, Ch. und Pohl, E., Granosyenitischer Gneis und Gesteinsradioaktivität bei Badgastein (Beitr. z. Kenntnis d. Zentralgneisfazies IV). Jb. G. B. A., XCIV. Bd., Jg. 1949, 50, 51, S. 1.
Haberlandt. H. und Schiener. A., Die Mineral- und Elementvergesellschaftung des Zentralgneisgebietes von Badgastein (Hohe Tauern). Tscherm. min. petr. Mitt., Bd. 2, H. 3, II. F. 1951, S. 292.
Holzer, H., Der Nordrand des Tauernfensters zwischen dem Stubachtal und dem Dietlsbachtal. Mitt. Ges. Geol. u. Bergb.stud., H. 3, Jg. 1, 1949.
Klebelsberg, R. v., Geologie von Tirol. Berlin, Borntraeger 1935.
Kober, L., Regionaltektonische Gliederung des mittleren Teiles der ostalpinen Zentralzone. Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Wien, CXXX, Abt. I, 1921.
— Der geologische Aufbau Österreichs. Springer, Wien 1938.
Kölbl, L., Die Tektonik der Granatspitzgruppe in den Hohen Tauern Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Wien, math.-nat. Kl., Abt. I, 133. Bd., 7./8. Heft, 1924.
— Zur Tektonik des mittleren Abschnittes der Hohen Tauern. Centralbl. f. Min. etc., B, 1924, S. 590.
Leitmeier, H., Einige neue Mineralvorkommen im Gebiete des Habachtales, ein Beitrag zur Kenntnis der Zentralgranitgneise der Hohen Tauern. Min. petr. Mitt. 53, 1942, S. 271—329.
— Über die Entstehung der Kluftminerale in den Hohen Tauern. Tscherm. min. petr. Mitt., Bd. I, H. 4, 1950.
Löwl, F., Der Großvenediger. Jahrb. G. R. A. 1894.
— Der Granatspitzkern. Jahrb. G. R. A. 1895.
Prey, S., Die Metamorphose des Zentralgneises der Hohen Tauern. Mitt. Geol. Ges. Wien, XXIX. Bd., 1936.
Staub, R., Der Bau der Alpen. Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz, n. F. 52, 1924.
— Aktuelle Fragen im alpinen Grundgebirge. Schweiz. min. petr. Mitt., Bd. XXVIII, 1948.
Wegmann, C. E., Zur Deutung der Migmatite. Geol. Rundschau, 26, 1935.
Weinschenk, E., Die Minerallagerstätten des Großvenedigerstockes in den Hohen Tauern. Leipzig 1896, ex: Groth's Zeitschr. f. Krystallographie, XXVI. Bd.
Wenk, E.. Ostalpines und penninisches Kristallin. Schweiz. min. petr. Mitt. 28, 1948.